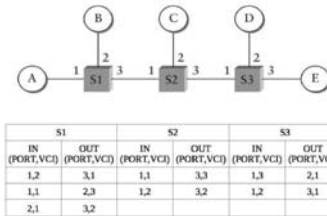


# GUIA 4: INTERNETWORKING (RESOLUCIÓN)

## EJERCICIO 1

### Ejercicio 1

Considere la red de circuitos virtuales de la figura, con las respectivas tablas de forwarding. ¿Cuántas conexiones hay?



Tanto para circuitos virtuales como para datagramas:

- ¿Qué información es necesaria (en términos de la información en los headers y las tablas de forwarding)?
- ¿Qué sucede con los flujos de datos entre los hosts ante la caída de un elemento de la red (nodo o enlace)?

## EJERCICIO 2

### Ejercicio 2

- ¿Cuál es el problema de poner el número de versión en otro lugar que no sea el principio del header?
- ¿Que campos del header IP *pueden* ser modificados por un router? ¿Cuáles *deberían* ser modificados?
- ¿Cuál es el tamaño máximo del paquete IP? ¿Qué campo del header define este tamaño? ¿Se utilizan normalmente paquetes de tamaño máximo? ¿Porqué?

2) a) El problema de ponerlo en otro lugar es que entre ambas versiones los headers varían en la longitud y contenido de sus campos. Por ende, si uno o más de la versión no puede saber con qué versión el datagrama está siendo interpretado correctamente.

Nota: Si bien conviene que esté al principio, no es necesario si en ambas versiones estuviese en una posición fija del header.

b) Un router puede y debe modificar el campo TTL (Time to Live) que indica la cantidad de saltos restantes que puede hacer el datagrama en Internet para evitar casos en que quede circulando infinitamente entre redes sin llegar a destino. Al hacerlo también debe modificar el campo Checksum.

Otros que pueden llegar a ser modificados son los de Length y Flags en caso de que haya fragmentación del mensaje por su tamaño, así como el de opciones.

c) El tamaño máximo del paquete IP es 60B, dado por el campo Length. Los paquetes de tamaño máximo generalmente no se usan por su bajo rendimiento y el hecho de que requieren de fragmentación, lo cual es lento.

## EJERCICIO 3

### Ejercicio 3

Dada la siguiente salida de *ipconfig*, un comando de consola que muestra los valores de configuración de redes de TCP/IP:

```
PC>ipconfig /all
FastEthernet0 Connection:(default port)
Physical Address.....: 00E0.A382.B560
IP Address.....: 4.0.0.100
Subnet Mask.....: 255.0.0.0
Default Gateway.....: 4.4.4.4
DNS Servers.....: 216.239.32.10
DHCP Servers.....: 4.4.4.1

Wireless0 Connection:(default port)
Physical Address.....: 00E0.AB27.C1A3
IP Address.....: 4.0.0.101
Subnet Mask.....: 255.0.0.0
Default Gateway.....: 4.4.4.4
DNS Servers.....: 216.239.32.10
DHCP Servers.....: 4.4.4.1

Wireless1 Connection:(default port)
Physical Address.....: 00E0.AB27.D41F
IP Address.....: 192.168.0.101
Subnet Mask.....: 255.255.255.0
Default Gateway.....: 192.168.0.1
DNS Servers.....: 192.168.0.1
DHCP Servers.....: 192.168.0.1
```

- a. ¿Cuántas interfaces tiene el equipo? ¿Qué nombres tienen? ¿Tienen algo en común?
- b. Explicar cada una de las líneas de la salida del comando (ignorando los campos DNS y DHCP).

3) a) En base a los valores de configuración de redes TCP/IP vemos que el equipo posee 3 interfaces, cada una con su propia dirección física (MAC). Estos poseen los nombres: Fast Ethernet0, Wireless 0 y Wireless 1. Lo que podemos notar del resto de los datos es que los primeros se conectan a la misma sub-red (40.0.0/8) que posee un router con dirección IP 44.44 como se muestra por defecto para conectarse a Internet. Sus servidores DNS y DHCP también coinciden (falta observar valores).

b) El comando nos da una serie de líneas por cada interfaz del equipo conectada a una red. La primera nos indica su nombre y el puerto al que se conecta. La segunda nos da su dirección física de nivel 2 (MAC address). La tercera su dirección IP, la cuarta su máscara de sub-red que con lo anterior nos permite identificar la sub-red a la que está conectado. Finalmente, la quinta es la dirección IP a la cual equivale un datagrama cuya dirección IP no está en la red.

## EJERCICIO 4

### Ejercicio 4

Dados dos routers (A y B) cada uno con 2 interfaces: Interface0 e Interface1, que presentan las siguientes tablas de forwarding y la misma tabla ARP:

Tabla de Forwarding de A	
Red	Próximo Salto
135.46.56.0/22	Interface1
135.46.60.0/22	Interface0
192.53.40.0/23	135.46.60.50
192.53.40.0/24	135.46.60.100
Default	135.46.62.100

Tabla de forwarding de B	
Red	Próximo Salto
135.46.56.0/25	Interface0
135.46.60.0/25	Interface1
192.53.40.0/23	Interface1

Tabla ARP		
Dirección IP	Dirección MAC	Interface
135.46.60.78	00:D0:B7:6C:F6:17	Interface1
135.46.56.16	00:12:3F:ED:3F:2C	Interface0
135.46.56.55	00:03:FF:5B:F1:C8	Interface0
135.46.59.5	00:60:08:C0:E3:38	Interface0
135.46.57.14	00:10:4B:C6:F6:92	Interface0

- a. Rescribir cada una de las redes en notación netmask (Ej.: /24 como 255.255.255.0).
- b. Indicar la dirección de red, cantidad máxima de hosts y dirección broadcast para cada una.
- c. Describir qué hace cada router cuando recibe un paquete con destino a las siguientes direcciones:

135.46.57.14 ; 135.46.63.10 ; 135.46.52.2 ; 208.70.188.15 ; 135.46.62.62 ; 192.53.40.7 ; 192.53.56.7

4) a)	Dirección de Red	Notación Netmask	b)	Dirección de Red	Broadcast	Cantidad de hosts máxima
	135.46.56.0/22	135.46.56.0 - 255.255.252.0	→	135.46.56.0	135.46.59.255	$2^{10} - 2 = 1022$
	135.46.60.0/22	135.46.60.0 - 255.255.252.0	→	135.46.60.0	135.46.63.255	$2^{10} - 2 = 1022$
	192.53.40.0/23	192.53.40.0 - 255.255.254.0	→	192.53.40.0	192.53.41.255	$512 - 2 = 510$
	192.53.40.0/24	192.53.40.0 - 255.255.255.0	→	192.53.40.0	192.53.40.255	$256 - 2 = 254$
	135.46.56.0/25	135.46.56.0 - 255.255.255.128	→	135.46.56.0	135.46.56.127	$128 - 2 = 126$
	135.46.60.0/25	135.46.60.0 - 255.255.255.128	→	135.46.60.0	135.46.60.127	$128 - 2 = 126$

c) 135.46.57.14: El router A no encuentra coincidencias al compararse con los estándares 135.46.56.0/22 y Default, y toma como próximo salto Interface1. Por ende se fija en su tabla ARP si posee la dirección MAC correspondiente a esta dirección IP, la cual es 00:10:4B:C6:F6:92 pero su interfaz coincide por lo que actualiza la entrada vinculada al mensaje ARP. El router B no posee coincidencias para esta dirección, por lo que desecha el mensaje.

\* 135.46.63.10:

El router A no encuentra coincidencias en la tabla ARP pero sí en la de forwarding en la entrada 135.46.60.0/22 que toma la Interface1 (envía mensaje ARP ahí). En el router B no hay coincidencias ni en la tabla ARP ni en la de forwarding, por lo que se desecha el mensaje.

\* 135.46.52.2: El router A no encuentra coincidencias en la tabla ARP pero sí en la entrada Default de su tabla de forwarding, por lo que transmite el datagrama a la dirección IP 135.46.62.100. En el router B no hay coincidencias en las tablas y el mensaje se desecha.

\* 208.70.188.15: Idem anterior

\* 135.46.62.62: El router A no encuentra coincidencias en su tabla ARP pero sí en la de forwarding para la entrada 135.46.60.0/22, por lo que toma la Interface0 (ARP ahí). En el router B no hay coincidencias.

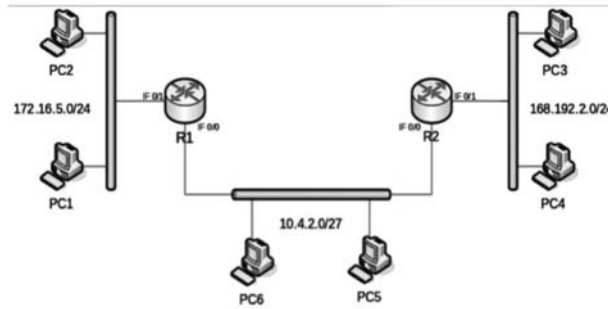
\* 192.53.40.7: En el router A la dirección coincide con las entradas 192.53.40.0/23 y 192.53.40.0/24 pero se toma la segunda por tener más bits de máscara. Luego el mensaje se reenvía a la dirección 135.46.60.100. En el router B coincide con la entrada 192.53.40.0/23 de la tabla de forwarding, pero no hay coincidencias en la de ARP aunque se envíe por Interface1.

\* 192.53.56.7: En el router A hay coincidencia con la entrada Default de la tabla de forwarding y se envía el mensaje a 135.46.62.100. En el router B no hay coincidencias.

## EJERCICIO 5

## Ejercicio 5

Dada la red de la figura, asigne direcciones a todos los dispositivos (dirección/máscara) y muestre las tablas de forwarding de los routers y de las computadoras sabiendo que deben poder comunicarse todos los nodos de la red.



s)

Dispositivo	Dirección IP
PC1	172.16.5.1/24
PC2	172.16.5.2/24
PC3	168.192.2.1/24
PC4	168.192.2.2/24
PC5	10.4.2.1/27
PC6	10.4.2.2/27

Tablas de Forwarding:

PC1-PC2	Red	Próximo Salto
R1:	172.16.5.0/24	Interfaz PC
	Default	172.16.5.3

PC3-PC4	Red	Próximo Salto
R2:	168.192.2.0/24	Interfaz PC
	Default	168.192.2.3

PC5-PC6	Red	Próximo Salto
R1:	10.4.2.0/27	Interfaz PC
	Default	10.4.2.3

## EJERCICIO 6

## Ejercicio 6

Suponiendo que a una red le fue asignada la dirección 157.92.26.0/24:

- ¿Cuántos hosts pueden direccionarse con ese espacio de direcciones?
- ¿Y si se desean usar 2 subredes distintas del mismo tamaño separadas por un router? ¿Y usando 4 subredes? ¿Y usando 8?

6) Si a una red se le asigna la dirección 157.92.26.0/24

a) Con la máscara de red de 24b notamos que las direcciones que coinciden con esta al aplicarles la máscara son las del rango 157.92.26.0 a 157.92.26.255. Sin embargo, los extremos de este rango se reservan para las direcciones de red y broadcast, quedando 254 posibles para direccionar hosts.

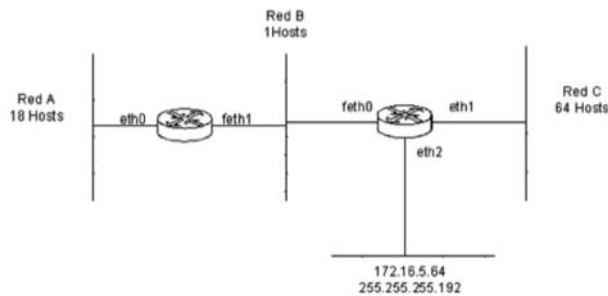
b) Si ahora se desea separar la red en 2 subredes de igual tamaño separadas por un router, vemos que para cada una tendremos una máscara de 25b, que separa su rango en 2 de 128 direcciones, de las cuales los extremos están reservados (como ya vimos). Así, vez, cada interfaz del router se conecta a una subred y tiene su dirección IP asignada, quedando 61 posibles en los rangos de 128 direcciones, es decir, 250 en total para hosts.

Para el caso de 4 subredes seguimos un razonamiento análogo al anterior y vemos que tenemos más cosas de 26b que separa la red en rangos de 64 direcciones, de las que 61 pueden usarse para hosts, quedando un total de 244 hosts direccionables. Para 8 subredes tenemos más cosas de 27b, rangos de 32 de los que se pueden usar 29 para hosts, quedando 232 hosts direccionables.

## EJERCICIO 7

## Ejercicio 7

Dado el esquema de red de la figura:



- Indicar una posible numeración IP para todos los segmentos de red presentes utilizando la red 172.16.5.0/24.
- Analice qué relación existe entre la cantidad de subredes y la cantidad de direcciones IP disponibles para hosts.

7)

a) Dada la red 172.16.5.0/24 → rango de 256 direcciones, vemos que tenemos un rango asignado para la Red D, que ocupa 64 de ellas, quedando 192 disponibles. Vemos la red C de 64 hosts y notamos que requerimos de una subred de 128 direcciones al menos, ya que además de los hosts tenemos las direcciones de las extremas y la de la interfaz eth1 del router. Con ella le asignamos la subred 172.16.5.128/26 para que no solape direcciones con las de la Red D. Esto nos deja 64 direcciones disponibles. Luego vemos la red A que requiere de al menos un rango de 32 direcciones para sus 18 hosts, direcciones especiales y la interfaz eth0 del router. Por ende le asignamos 172.16.5.0/29, quedando 32 direcciones disponibles.

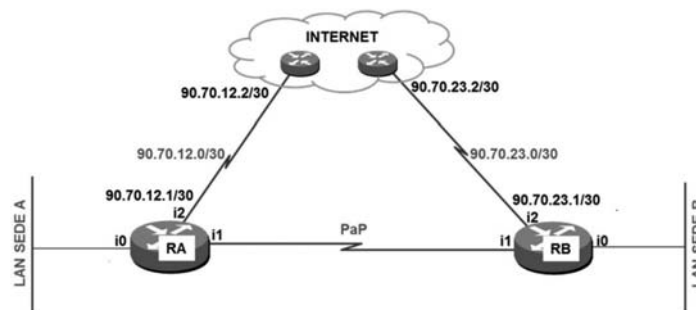
Finalmente, para la Red B necesitamos direccionar 1 host, a 2 interfaces de router y 2 direcciones especiales, quedando como mínimo una subred de máscara /29. Con ella le asignamos la subred 172.16.5.32/29, quedando 24 direcciones sin usar.

b) Cuando tenemos una mayor cantidad de subredes, para una red determinada, requerimos del uso de routers que las separen. Cada interfaz de un router conecta a una subred tiene su propia dirección IP y además en cada subred tenemos las direcciones de red y broadcast que no se pueden usar. De este manera, por cada subred hay al menos 3 direcciones menos disponibles del rango para los hosts.

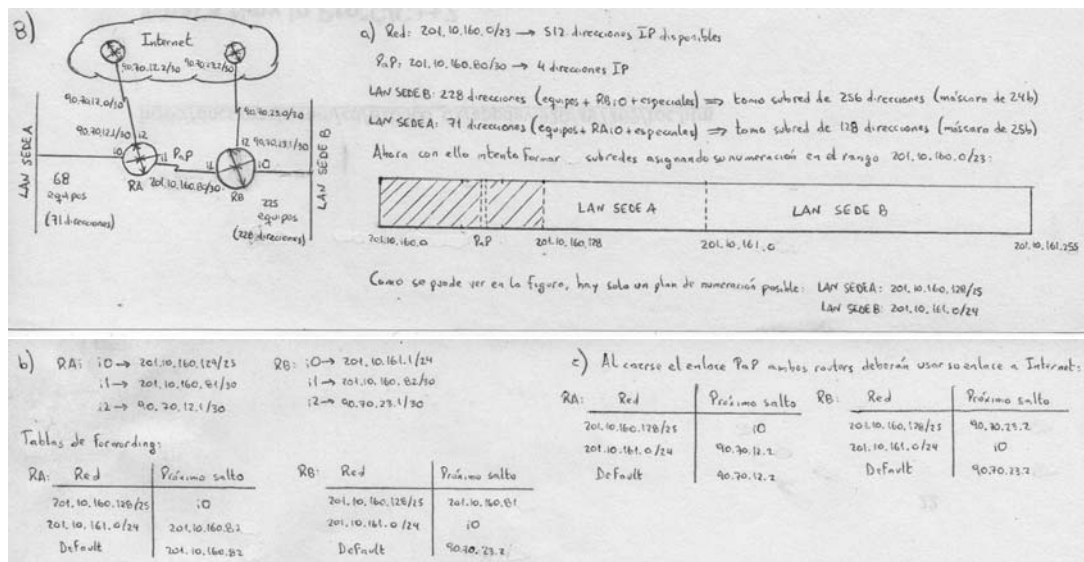
## EJERCICIO 8

## Ejercicio 8

Un Instituto de Tecnología tiene dos sedes A y B. La siguiente figura muestra su esquema de conectividad:



- El IT dispone del bloque IP 201.10.160.0/23 para asignar a sus redes. Al enlace punto a punto (PaP) ya se le ha asignado la subred 201.10.160.80/30. La sede A deberá ser dimensionada para albergar 68 equipos y la sede B para albergar 225 equipos. Los enlaces a Internet ya se encuentran configurados por el ISP. Si es posible, diseñe dos planes de numeración IP distintos para la red, realizando el subneteo que considere necesario.



## EJERCICIO 8

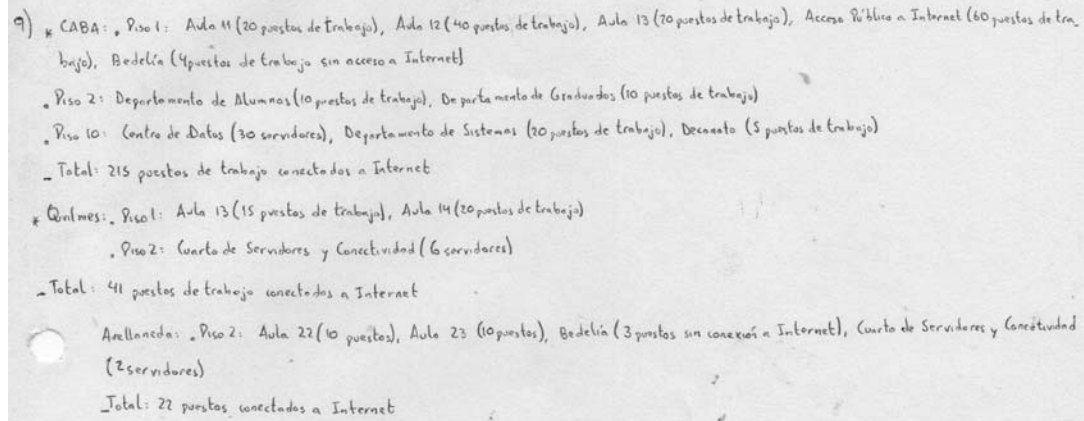
### Ejercicio 9

Se deberá desarrollar el proyecto de una red de datos para una Facultad que cuenta con la siguiente condición geográfica y edilicia. La Facultad posee 3 sedes, la principal situada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, otra en Avellaneda y la última en Quilmes.

- El edificio de CABA posee las siguientes características: es un edificio de 10 pisos, de los cuales la Facultad posee y hace uso de los pisos 1º, 2º y 10º. En el último de los pisos es donde se aloja el Centro de Datos que posee capacidad para 30 servidores. En este mismo piso se encuentran las oficinas del Departamento de Sistemas (con 20 puestos de trabajo) y la oficina del Decanato la cual tiene 5 puestos de trabajo. En el 2º piso se encuentran, el Departamento de Alumnos (10 puestos de trabajo) y el Departamento de Graduados (10 puestos de trabajo). En el 1º piso se encuentran las aulas: Aula 11 (20 puestos de trabajo), Aula 12 (40 puestos de trabajo) y Aula 13 (20 puestos de trabajo), el Acceso Público a Internet (60 puestos de trabajo) y Bedelía (4 puestos de trabajo).
- El edificio de Quilmes es de propiedad íntegra de la Facultad y tiene 2 pisos. En el 2º piso se encuentra el Cuarto de Servidores y Conectividad (alojando 6 servidores). En el 1º piso se encuentran las aulas: Aula 13 (15 puestos de trabajo) y Aula 14 (20 puestos de trabajo).
- El edificio de Avellaneda tiene 4 pisos, de los cuales la Facultad posee y hace uso sólo del 2º piso. En ese piso encontramos las aulas: Aula 22 (10 puestos) y Aula 23 (10 puestos), la Bedelía (3 puestos) y el Cuarto de Servidores y Conectividad (alojando 2 servidores).

Conectividad: Las redes locales de las sedes se encuentran implementadas con LAN switches Ethernet. Todos los edificios se encuentran vinculados entre sí por enlaces punto a punto entre routers. La Facultad obtiene conectividad a Internet por medio de un enlace punto a punto desde el edificio de CABA (200.3.113.88/30). El proveedor le brinda dos segmentos públicos 200.10.162.0/24 y 200.32.5.128/25, con los cuales tendrá que implementar todos los servicios de la red que interactúan con Internet. Los puestos de trabajo de las Bedelías no deben tener acceso a Internet. Todos los dispositivos están configurados con direcciones IP asignadas en forma estática.

Se pide desarrollar el proyecto indicando en capa 2 que tipo de equipamiento será necesario y su posible distribución física en cada sede. Para capa 3 indique el equipamiento necesario y su ubicación física; realice las asignaciones de redes IP y los subneteos que satisfagan el requerimiento, indicando el ruteo requerido en todos los dispositivos de la red incluyendo las estaciones de trabajo.



Cada sede tiene red local implementada con LAN switches Ethernet. Entre los edificios hay enlaces P2P. CABA tiene conectividad a Internet a través del enlace P2P (200.3.113.88/30). Segmentos asignados: 200.10.162.0/24 (256 direcciones) y 200.32.5.128/25 (128 direcciones)

Vemos primero la sede CABA que posee 215 puestos + interfaz Router acceso a Internet + interfaz Router Bedelía x2 (asignamos todos los puertos a una IP pública) + 2 direcciones especiales (red + broadcast) = 219 direcciones  $\Rightarrow$  subred de 256 direcciones IP (máscara de 24)  $\rightarrow$  como segmento 200.10.162.0/24

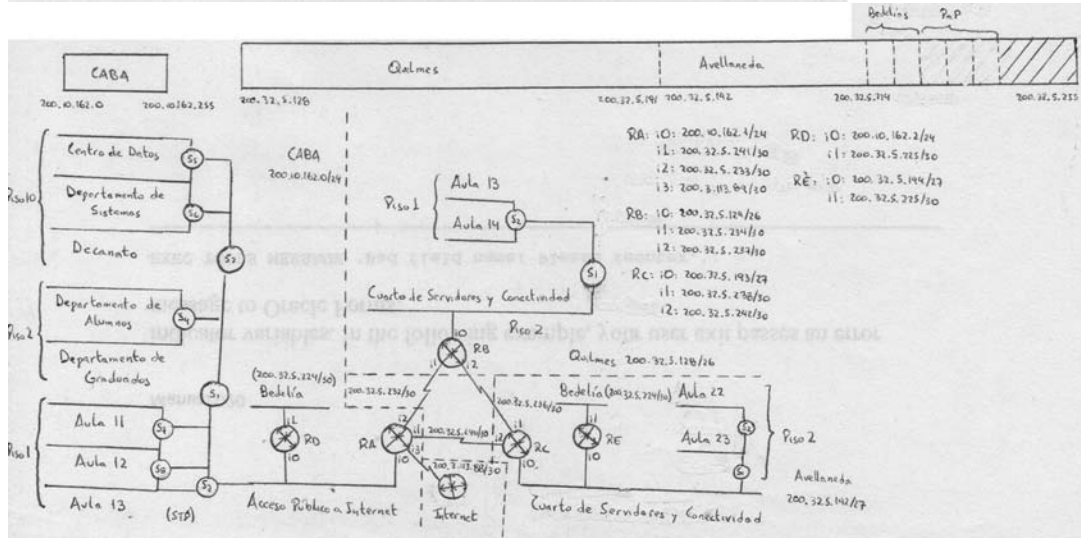
Quilmes: 41 puestos + Interfaz router de acceso a Internet + 2 direcciones especiales (red + broadcast) = 45 direcciones  $\Rightarrow$  subred de 64 direcciones IP (/26)

Avellaneda: 22 puestos + Interfaz router de acceso a Internet + 2 Interfaz Router Bedelía + 2 direcciones especiales (red + broadcast) = 27 direcciones  $\Rightarrow$  subred de 32 direcciones IP (máscara de 27)

Para cada sede conectamos cada habitación con un enlace, entre ellas ponemos switches y entre pines también. Para los bedelías ponemos un router especial que se conecte a un enlace con todos sus puertos con IP privadas (NAT-PAT).

Asignamos la numeración IP de la forma:

- CABA: 200.10.162.0/24, CABA (Bedelía): 200.32.5.228/30
- Quilmes: 200.32.5.128/26, P2P (CABA-Quilmes): 200.32.5.232/30
- Avellaneda: 200.32.5.192/27, Avellaneda (Bedelía): 200.32.5.224/30
- P2P (Quilmes-Avellaneda): 200.32.5.226/30
- P2P (Avellaneda-CABA): 200.32.5.240/30



Tablas de Forwarding

RA: Red	Próximo salto	RB: Red	Próximo salto	RC: Red	Próximo salto	RD: Red	Próximo salto
200.10.162.0/24	i0	200.32.5.128/26	i0	200.32.5.192/27	i0	200.32.5.224/30	i1
200.32.5.224/30	200.10.162.1	200.10.162.0/24	200.32.5.233	200.10.162.0/24	200.32.5.241	200.10.162.0/24	i0
200.32.5.128/26	200.32.5.234	200.32.5.234/30	200.32.5.233	200.32.5.234/30	200.32.5.241	200.32.5.128/26	200.10.162.1
200.32.5.192/27	200.32.5.242	200.32.5.192/27	200.32.5.236	200.32.5.192/27	200.32.5.237	200.32.5.192/27	200.10.162.1
200.32.5.224/30	200.32.5.242	200.32.5.224/30	200.32.5.236	200.32.5.224/30	200.32.5.241	200.32.5.224/30	200.10.162.1
Default	200.3.113.90	Default	200.32.5.233	Default	200.32.5.241	Default	200.10.162.1

RE: Red | Próximo salto

200.32.5.224/30	i1
200.32.5.192/27	i0
200.10.162.0/24	200.32.5.193
200.32.5.224/30	200.32.5.193
200.32.5.128/26	200.32.5.193

Nota: Debería incluirse en las tablas de forwarding las red R.P. que conectan los routers de cada sede, ya que estos enlaces son necesarios para forwardear un mensaje de un router a otro. Está implícita la sucesión de mensajes generada de ARP para asociar una dirección IP con su dirección MAC, y así poder transmitir el mensaje a través de la red. Tampoco alteramos el contenido de las tablas de Forwarding de los switches.

## EJERCICIO 10

### Ejercicio 10

Dada la siguiente información que ha sido obtenida de distintos equipos de una red TCP/IP funcionando correctamente, se pide:

Red	Máscara	Próximo salto
192.168.13.0	255.255.255.0	FastEthernet0/1
158.42.52.0	255.255.252.0	FastEthernet0/0
158.254.0.0	255.255.0.0	158.42.55.243
0.0.0.0	0.0.0.0	158.42.55.250

Mac Address	Ports
0004.9aa4.7b48	Fa0/3
0004.9ad7.5882	Fa0/4
000c.cfc7.d401	Fa0/1
00d0.ff9e.db01	Fa0/2

Address	Age (min)	Hardware Addr	Interface
158.42.52.20	3	0004.9aa4.7b48	FastEthernet0/0
158.42.52.253	-	000c.cfc7.d401	FastEthernet0/0
158.42.53.125	4	0004.9ad7.5882	FastEthernet0/0
158.42.55.243	2	00d0.ff9e.db01	FastEthernet0/1
192.168.13.1	-	000c.cfc7.d402	FastEthernet0/1

Age (min): edad, en minutos, de la entrada de la caché. El guión (-) significa que la dirección es local.



- a. Realizar un esquema gráfico que muestre cómo están conectadas las redes, routers, switches y hosts que se deducen de las tablas, así como sus direcciones IP, máscaras y mac-address. Para las direcciones de las redes utilizar formato CIDR. NOTA: Hay que asignar sólo los datos que pueden conocerse a partir de las tablas, no es necesario añadir información extra.
- b. El dispositivo que posee la tabla número 1 debe reenviar datagramas a las siguientes IP's: **158.42.196.11**, **158.42.52.13**, **127.0.0.1**, **192.168.1.1**, **192.168.13.123**, **168.254.255.255**. Indique la entrada de la tabla de forwarding que se utilizaría para forwardear cada uno de estos datagramas.

10) a)

Host	IP	MAC Address
HOST 1	158.42.52.70	0004.9a29.7b7b
HOST 2	158.42.52.115	0004.9a29.5b82

Router	Interface	IP	MAC Address
RA	FastEthernet 0/1	192.168.13.1	000c.4f79.d402
RA	FastEthernet 0/0	158.42.52.253	000c.4f79.d401
RB	?	158.42.52.150	?
RC	?	158.42.52.243	000c.4f79.d401

La asignación se realizó en base a las direcciones de las redes, la asociación entre interfaces, direcciones IP y direcciones MAC, y asunciones varias. Nótese como la edad en la última tabla nos permite saber cuáles son las interfaces del dispositivo (en este caso, del router RA).

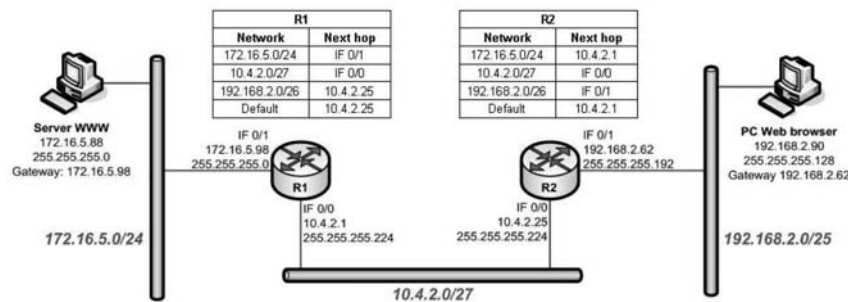
b) 158.42.196.11: En la comparación con la máscara de red la única entrada coincidente es 0.0.0.0, por lo que reenvía el datagrama a 158.42.52.250 (router RB).  
 158.42.52.13: Entre las entradas distintas de 0.0.0.0 coincide con 158.42.52.0 al compararlo con su máscara de red. Como su próximo salto es una interfaz, revise su tabla ARP para ver si tiene la dirección MAC asociada para retransmitir el datagrama o si debe enviar antes un mensaje ARP solicitando.  
 127.0.0.1: Idem caso 158.42.196.11  
 192.168.1.1: Idem caso 158.42.196.11  
 192.168.13.123: Entre las entradas coincide con 192.168.13.0 al compararlo con su máscara de red y al ser el próximo salto una interfaz efectúa un proceso análogo al de 158.42.52.13, pero para la red 192.168.13.0/24.  
 168.254.255.255: Coincide en la comparación de su máscara de red con 168.254.0.0 por lo que reenvía el datagrama a la dirección IP 158.42.52.243 (router RC).

## EJERCICIO 11

### Ejercicio 11

Un usuario en 192.168.2.90 realiza un ping a 172.16.5.88 resultando que este no responde debido a que la configuración de la red (interfaces de routers o hosts, tablas de forwarding) tiene errores.

- a. ¿En qué lugar de la red se pierde el paquete del ping? Explique.
- b. Enumere y describa todos los errores que encuentre. Justifique.



Ayuda: El comando ping se utiliza para comprobar si una determinada interfaz de red se encuentra activa. El ping envía paquetes al IP que se le indique, espera una respuesta, y nos dice cuanto tiempo demoró el paquete en ir y regresar, entre otras pocas informaciones.

ii)

R1		R2	
Network	Next hop	Network	Next hop
172.16.5.0/24	IF 0/1	172.16.5.0/24	10.4.2.1
10.4.2.0/27	IF 0/0	10.4.2.0/27	IF 0/0
192.168.2.0/26	10.4.2.25	192.168.2.0/26	IF 0/1
Default	10.4.2.25	Default	10.4.2.1

a) Como sabemos, el mensaje ping es un mensaje que espera respuesta. Por ende, incluso si el mensaje llega con éxito de PC Web browser a Server WWW, este debe ser acompañado por otro en dirección opuesta.  
 En la ida vemos que PC Web browser envía el mensaje a R2 por ser su default gateway. En este se comparan las entradas y al coincidir con 172.16.5.0/24 retransmite el mensaje a R1. En R1 la dirección coincide con la entrada 172.16.5.0/24, por lo que se reenvía por la interfaz IF 0/1 en cuya red directamente conectada está el Server WWW (asumimos que no hay problemas con la tabla ARP).  
 Para la vuelta en cambio, Server WWW envía el mensaje a R1, quien al comparar 192.168.2.90 con sus entradas la única que coincide es la Default y luego retransmite su mensaje a R2. Sin embargo, en R2 sucede lo mismo y el mensaje es retransmitido a R1. Siendo que los datagramas poseen un tiempo de vida, eventualmente el mensaje se descarta, perdiéndose la respuesta del ping.  
 Básicamente, el problema fue que las entradas de ambos routers en su tabla de forwarding que se referían a la red de PC Web browser poseían una máscara más específica que la de la red, por lo que para un rango de direcciones de este rango de direcciones IP podría potencialmente suceder lo mismo.

b) Además del error descrito en el ítem anterior que previene mandar mensajes a direcciones en el rango 192.168.2.64-192.168.2.127 desde fuera de la red 192.168.2.0/25, uno podría argumentar que si la red 10.4.2.0/27 fue destinada solo a conectar ambos routers, entonces pudo usarse una mini red para no consumir disponibilidad de direcciones IP (VERIFICA). A su vez, este tipo de conexión no soporta acceso a Internet a través de ninguno de sus routers por lo que los paquetes que no están dirigidos a ninguna de las tres redes de la figura caen entre routers hasta descartarse. Esto puede potencialmente congestionar la red 10.4.2.0/27 de mensajes sin destino definido.

## EJERCICIO 12

### Ejercicio 12

Se desean distribuir 23 Hosts y se dispone de la red 157.92.27.0/27. Suponga que todos los hosts se conectan a un único router y que requieren acceso a Internet.

- ¿Cuál es la cantidad máxima de subredes en las que se pueden organizar los hosts?
- Para cada subred obtenida en el ítem anterior, muestre la dirección de red, máscara y dirección de broadcast.
- Muestre la tabla de forwarding del router.

Asumir que el enlace punto a punto entre el router y el ISP ya posee direccionamiento en un red distinta.

12) Sean 23 hosts y la red 157.92.27.0/27 que posee un rango de 32 direcciones.

a) Necesitamos que 23 de las 32 direcciones sean para hosts, por lo que nos quedan 9 para repartir entre interfaces de routers y direcciones especiales. Si tomamos una configuración como la que sigue vemos que para cada subred necesitamos reservar 2 direcciones especiales y una para la interfaz del router, consumiendo por completo el rango parista. Siendo que aumentar la cantidad de subredes conllevaría tener al menos 2 direcciones reservadas por cada una y una para cada interfaz de un router que las conecte a Internet, vemos que esta configuración nos da la máxima cantidad de subredes posible para esta configuración.

b)

Subred	Dirección de Red	Máscara de Red	Dirección de broadcast
LAN A	157.92.27.0	255.255.255.248	157.92.27.15
LAN B	157.92.27.16	255.255.255.248	157.92.27.23
LAN C	157.92.27.24	255.255.255.248	157.92.27.31

c)

Red	Próximo Salto
157.92.27.0/28	IF 0/0
157.92.27.16/28	IF 0/1
157.92.27.24/28	IF 0/2
Default	-

## EJERCICIO 13

### Ejercicio 13

A partir de la red 165.100.0.0/16, se pide obtener 1000 subredes, cada una de, al menos, 60 hosts útiles. Desarrolle la solución y complete los siguientes datos:

- Máscara de la red original, en notación decimal.
- Máscara de red utilizada para cada una de las subredes, en notación decimal.
- Número total de direcciones útiles por subred (asignables a interfaces de red).

13) Sea la red 165.100.0.0/16 y 1000 subredes de al menos 60 hosts, vemos que para cada una necesitamos al menos 2 direcciones especiales para red y broadcast y lo 2 para las interfaces de routers que las conecten entre sí y con Internet. Esto nos dice que necesitamos 64 o 2<sup>6</sup> direcciones al menos por cada subred. Siendo que por su máscara de 16b la red nos provee de un espacio de 2<sup>16</sup> direcciones, tomando las subredes de 2<sup>6</sup> direcciones tenemos que # máximo de subredes de 60 hosts =  $\frac{2^{16}}{2^6} = 2^{10} = 1024 > 1000 \Rightarrow$  la topología es posible.

No obstante, en esta topología hay muchos subredes sin usar, por lo que podemos hacer que algunas de ellas tengan una máscara de menos bits para albergar más direcciones útiles asignables a interfaces de red.

Siendo que sobrean 48.2<sup>6</sup> = 3.2<sup>10</sup> direcciones vemos que si tomamos una cantidad X de subredes y extendemos su rango para que abarque 2<sup>10</sup> direcciones (máscara de 22b) luego por cada una estamos consumiendo 2<sup>10</sup> - 2<sup>6</sup> direcciones de las subredes. Esto hace que podamos extender a lo sumo 3 subredes a y con ello tendríamos: 3 subredes de 22b de máscara y 997 subredes con 26b, quedando 3.2<sup>7</sup> = 3.(2<sup>10</sup> - 2<sup>6</sup>) = 3.2<sup>6</sup> direcciones sobrantes. Para estas vemos que podemos extender una cantidad Y de subredes para que alberguen 2<sup>7</sup> direcciones, es decir, 2<sup>6</sup> más con una máscara de 25b. Esta cantidad es 3 y con ello tendríamos: 3 subredes de máscara de 22b, 3 de máscara de 25b y 994 de máscara de 26b.

$$3 \cdot 2^{10} + 3 \cdot 2^7 + 994 \cdot 2^6 = 2^{10} \text{ direcciones, que es el total disponible}$$

Para cada subred de 22b tendríamos 2<sup>10</sup> - 2<sup>6</sup> = 4 direcciones útiles. Para las de 25b, 2<sup>7</sup> - 2<sup>6</sup> = 4 = 60 direcciones útiles y para el resto, potencialmente 1 (de donde de la forma de conexión). Con ello tenemos # direcciones útiles = 3.(2<sup>10</sup> - 2<sup>6</sup>) + 3.60 = 3060

Alternativamente, podemos haber visto que 3.2<sup>10</sup> = 1.2<sup>10</sup> + 1.2<sup>10</sup> con lo cual extenderíamos una subred al rango de 2<sup>11</sup> (21b) y otra al de 2<sup>10</sup> (20b), con las que extenderíamos 2 subredes al rango de 2<sup>7</sup>, consumiendo todas las disponibles, quedando 2.2<sup>6</sup> direcciones sobrantes.

En este caso tendríamos # direcciones útiles = (2<sup>11</sup> - 2<sup>6</sup> - 4) + (2<sup>10</sup> - 2<sup>6</sup> - 4) + 2.(2<sup>7</sup> - 2<sup>6</sup> - 4) = 3064 > 3060, es decir, la cantidad de direcciones útiles al extender menos subredes pero con un rango mayor.

Nota: Las direcciones útiles interpretadas en la resolución se corresponden con las asignables a hosts y no incluyen las de interfaces de red. De ser así, los números obtenidos variarían.